

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 258 232**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 74 39564**

(54) Procédé de fixation étanche d'un tube dans une cloison, outil pour la mise en œuvre de ce procédé et échangeur de chaleur réalisé par ce procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). B 21 D 39/06, 53/08; F 16 L 41/08; F 28 F 9/14.

(22) Date de dépôt ..... 3 décembre 1974, à 16 h 23 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en République Fédérale d'Allemagne le 23 janvier 1974, n. P 24 03 009.9 et demande de brevet additionnel déposée le 13 avril 1974, n. P 24 18 146.2 au nom de la demanderesse.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 33 du 18-8-1975.

(71) Déposant : Société dite : VOLKSWAGENWERK AKTIENGESELLSCHAFT, résidant en République Fédérale d'Allemagne.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Simonnot, Rinuy, Santarelli.

L'invention concerne un procédé de fixation étanche d'un tube dans une traversée réalisée dans une cloison et entourée d'un collet poinçonné, en particulier de fixation de tubes de métal léger dans un fond tubulaire d'un échangeur de chaleur balayé par un liquide; l'invention concerne également un outil pour la mise en oeuvre de ce procédé et à échangeur de chaleur réalisé par ce procédé et destiné notamment aux véhicules.

Le procédé utilisé jusqu'à présent pour fixer de manière étanche, simple et rationnelle, les différents tubes, par exemple d'un échangeur de chaleur balayé par un liquide, dans un fond tubulaire, a consisté en un brasage. Ce procédé est toutefois long, compliqué et coûteux.

Un autre procédé a donc été suggéré pour fixer les tubes d'un échangeur de chaleur (par exemple, dans la demande de brevet allemand DT-OS mise à l'Inspection Publique sous le numéro 1 751 710) et consiste à insérer une garniture molle, de préférence élastique, entre le tube et le collet poinçonné du fond tubulaire, puis à élargir le tube dans la région de ce collet pour réaliser une liaison étroite et étanche. La mise en oeuvre d'une garniture élastique à chaque emplacement de fixation d'un tube dans un fond tubulaire est aussi relativement coûteuse lorsque le nombre des tubes à fixer est grand et que toutes les garnitures sont réunies en une seule pièce.

L'invention a donc pour objet un procédé simplifié de fixation des tubes dans un fond tubulaire d'échangeur de chaleur, les tubes fixés par ce procédé étant reterus de manière sûre et mécaniquement stable dans ledit fond.

Selon une particularité essentielle du procédé de l'invention, chaque tube subit un élargissement dans la région du collet poinçonné de la cloison jusqu'à appui direct et étroit de son enveloppe extérieure contre ce collet. Le tube est de préférence élargi à un diamètre tel qu'il forme un bourrelet annulaire que le collet resserre et dont le contour extérieur épouse celui de

ce dernier. Ce procédé de fixation, suivant lequel le tube subit un élargissement dans la région du collet jusqu'à application directe et étroite contre ce dernier, essentiellement sans aucun élément intermédiaire, élimine la nécessité des garnitures spéciales mises en oeuvre selon l'art antérieur. De plus, la fixation de l'extrémité des tubes dans les fonds tubulaires s'effectue en une unique passe d'élargissement, de sorte que la mise en place des garnitures et le temps nécessaire au montage de ces dernières sont éliminés.

Selon un mode de mise en oeuvre avantageux du procédé de fixation selon l'invention, une pièce déformable élastiquement et comprimée entre deux éléments de poussée introduits dans le tube est utilisée pour l'élargissement du tube dans la région du collet de la cloison. Le processus d'élargissement du tube n'a lieu ainsi que dans une zone étroitement limitée, c'est-à-dire à l'emplacement auquel il passe devant le collet poinçonné du fond tubulaire. La mise en oeuvre d'une pièce d'élargissement déformable élastiquement assure par ailleurs l'uniformité du processus d'élargissement et l'application sûre et étroite de l'enveloppe extérieure du tube contre le profil intérieur du collet, les légers écarts par rapport à la forme exactement circulaire étant compensés automatiquement sans réduction de l'étanchéité.

Il peut éventuellement être avantageux de sur-refroidir au moins la zone du tube devant être élargie avant sa mise en place dans la cloison afin d'améliorer l'ajustement serré et de diminuer les efforts que la matière subit lors de son élargissement.

Il peut être par ailleurs avantageux de déposer une matière pâteuse d'étanchéité sur l'enveloppe intérieure du collet et/ou sur l'enveloppe extérieure du tube, dans la région du collet, avant de procéder à l'élargissement. Ce dépôt peut être en particulier utile lorsque l'échangeur de chaleur est exposé à des efforts particulièrement grands et à des pressions importantes de liquide. Toutefois, la liaison mécanique des tubes et du fond tubu-

laire est normalement très étroite et suffisamment étanche lorsqu'elle est réalisée uniquement par élargissement selon l'invention des tubes dans la région des collets.

5 L'outil selon l'invention pour la mise en oeuvre du procédé décrit comprend deux éléments de poussée formant pistons déplaçables l'un vers l'autre, guidés dans le tube et entre des surfaces tournées l'une vers l'autre desquels est disposée une pièce déformable élastiquement. Les éléments de poussée peuvent être constitués d'un  
10 manchon se montant sur une extrémité du tube et dont un prolongement est guidé dans ce dernier ainsi que d'un tirant traversant coaxialement le manchon, pénétrant dans le tube et supportant à l'extrémité un épaulement constitué d'un disque, ces deux éléments de poussée étant  
15 translatables l'un vers l'autre au moyen d'un dispositif de compression. La pièce déformable élastiquement de ce mode de réalisation est constituée d'un anneau entourant le tirant et disposé entre l'épaulement constitué d'un disque et le manchon. Cet outil permet de produire de  
20 manière simple un élargissement étroitement limité localement et uniforme dans un tube d'échangeur de chaleur. Selon un mode de réalisation avantageux permettant de fixer rationnellement tous les tubes dans un fond tubulaire d'échangeur de chaleur en une unique passe, les  
25 manchons et tirants affectés à ces tubes sont solidarisés et déplaçables les uns relativement aux autres au moyen d'un dispositif commun de compression.

L'invention a par ailleurs pour objet un échangeur de chaleur réalisé par le procédé décrit, destiné notamment aux véhicules et dont des tubes de métal léger sont  
30 fixés de manière étanche dans des traversées entourées d'un collet poinçonné d'un fond tubulaire, ledit échangeur de chaleur étant caractérisé en ce que les tubes comportent, dans la région de leur passage en regard du collet poinçonné du fond tubulaire, un élargissement en forme  
35 de bourrelet annulaire appliqué étroitement contre ce collet.

Cet élargissement en forme de bourrelet annulaire est resserré au niveau du collet et assure l'application

étroite du tube contre ce dernier et donc la retenue axiale de ce tube.

Selon une variante avantageuse de mise en oeuvre du procédé de l'invention, permettant de simplifier le processus d'élargissement des tubes et en particulier d'offrir la possibilité de fixer de manière étanche et simple tous les tubes d'un échangeur de chaleur, qui en comprend un certain nombre, sur un fond tubulaire, les tubes montés dans la cloison sont mis sous une forte pression interne qui en provoque l'élargissement. Cette mise sous pression interne conforme à l'invention provoque la déformation plastique des tubes sur toute leur longueur jusqu'à application contre les traversées poinçonnées du fond tubulaire et éventuellement contre les déflecteurs d'air, de sorte qu'une unique passe permet d'exécuter toutes les fixations sur le tube. Les déflecteurs d'air ont été fixés jusqu'à présent sur les tubes des échangeurs classiques de chaleur par élargissement de la partie médiane de ces tubes, ceux-ci munis de leurs déflecteurs étant ensuite seulement fixés de manière étanche par un autre processus d'élargissement contre les collets poinçonnés du fond tubulaire.

Selon un mode de mise en oeuvre particulièrement avantageux de l'invention permettant de simplifier les opérations et d'éviter les problèmes d'étanchéité éventuellement soulevés par le fluide sous pression passant dans les tubes, des flexibles extensibles élastiquement sont placés dans ces derniers, puis sont mis sous pression par un fluide arrivant par un conduit auquel ils sont raccordés. Ce procédé a l'avantage sur celui décrit précédemment, et mettant en oeuvre une pièce introduite dans le tube et déformable élastiquement au moyen de deux éléments de poussée, que la nature de la surface intérieure des tubes n'a aucune influence sur le processus d'élargissement et que plus aucun outil coulissant, soumis à usure, ne se trouve dans le tube. La mise en oeuvre de flexibles extensibles élastiquement, raccordés à un conduit de fluide sous pression et se plaçant à l'intérieur

des tubes permet de fixer un nombre arbitrairement grand de tubes dans le fond tubulaire d'un échangeur de chaleur et d'insérer ce processus de fixation dans une chaîne de fabrication à rythme relativement rapide.

5        Selon un mode de mise en oeuvre avantageux de l'invention, les flexibles extensibles élastiquement sont placés dans les tubes sur la longueur totale de ces derniers et ces tubes subissent l'élargissement sur toute leur longueur en une unique passe jusqu'à application étroite  
10        contre les traversées qui les entourent. Ainsi, le temps de montage d'un échangeur de chaleur équipé par exemple de déflecteurs d'air est considérablement réduit, car les tubes sont fixés en une seule passe dans les traversées de ces déflecteurs ainsi que dans les collets du fond tubulaire.  
15

Le dispositif selon l'invention pour la mise en oeuvre de cette variante du procédé comprend des flexibles extensibles élastiquement en nombre correspondant à celui des tubes devant être montés dans la cloison,  
20        ces flexibles se reliant à un conduit raccordé à un groupe de compression d'un fluide. Ce dispositif d'élargissement de tubes s'adapte de manière particulièrement simple et rapide au nombre des tubes de chaque échangeur de chaleur, car il suffit d'ajouter ou d'enlever un nombre correspondant de flexibles. Le conduit de fluide sous pression peut  
25        être posé de manière fixe et comporter des raccords destinés aux flexibles et placés à des distances qui correspondent à la disposition des tubes dans la cloison. Par ailleurs, les flexibles peuvent être obturés par un bouchon  
30        à leur extrémité opposée à celle de leur raccord au conduit de fluide sous pression. Ces flexibles à extrémité aveugle devant simplement être introduits par un côté dans les tubes lors du montage de l'échangeur de chaleur, il est possible d'automatiser de manière particulièrement simple  
35        le processus de fixation des tubes et de fixer en peu de temps de manière sûre et étroite les tubes de plusieurs échangeurs de chaleur dans les traversées des déflecteurs d'air et des fonds tubulaires.

Selon un mode de mise en oeuvre particulièrement avantageux de l'invention, les flexibles extensibles élastiquement peuvent être placés sur des tuyaux reliés au conduit de fluide sous pression et peuvent être fixés à leurs extrémités, les tuyaux étant obturés à l'extrémité libre et comportant des trous transversaux par lesquels les flexibles peuvent être mis sous la pression du conduit correspondant. Ce dispositif selon l'invention d'élargissement se caractérise par une construction relativement stable et indéformable qui facilite notablement l'introduction des flexibles extensibles dans les tubes devant être élargis. De plus, les problèmes d'étanchéité aux extrémités des flexibles sont éliminés par la fixation étanche de ces dernières sur les tuyaux, par exemple par vulcanisation. Les tuyaux peuvent par ailleurs être obturés à l'extrémité libre par un bouchon conformé en guide qui en facilite l'introduction dans les tubes.

Selon un mode de mise en oeuvre très avantageux de l'invention, l'élargissement des tubes s'effectue par mise en surpression brusque. Il s'agit donc d'un procédé de déformation par choc qui a l'avantage sur une élévation lente de pression d'un meilleur fluage du matériau du tube. La liaison et l'application des tubes contre les collets du fond tubulaire et des déflecteurs sont ainsi particulièrement étroites et étanches.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels:

la figure 1 est une coupe longitudinale schématique partielle d'un fond tubulaire d'échangeur de chaleur dans lequel un tube de métal léger se fixe par élargissement au moyen d'un élément élastique; et

les figures 2 et 3 sont des coupes longitudinales partielles schématiques de variantes de modes de fixation des tubes dans les fonds tubulaires au moyen de flexibles placés dans ces tubes et soumis à pression interne.

La référence 1 désigne sur la figure 1 une partie d'un fond tubulaire (cloison) d'un échangeur de chaleur qui comporte dans la région de traversées 2 des collets 3 poinçonnés vers l'intérieur et dans lesquels des tubes 4 de métal léger sont fixés de manière étanche. Ces tubes 4 relient la chambre 5 de l'échangeur de chaleur (chambre d'eau) située au-dessus du fond tubulaire 1 à une seconde chambre analogue (non représentée) qui se trouve sous un second fond tubulaire. L'espace situé entre les deux fonds tubulaires est donc celui dans lequel la chaleur est échangée entre un fluide de travail circulant dans les tubes (par exemple de l'eau de refroidissement) et un second fluide de travail circulant à l'extérieur des tubes (de l'air de refroidissement). Ces tubes 4 comportent éventuellement sur leur pourtour extérieur des éléments qui élargissent la surface d'échange, par exemple des nervures, lamelles ou analogues.

Les tubes 4 se fixent conformément à l'invention dans les collets poinçonnés 3 du fond tubulaire 1 uniquement par élargissement. Cet élargissement des tubes est produit dans le cas particulier de manière limitée localement, uniquement à peu près dans la région des collets 3, les tubes étant élargis à un diamètre tel qu'ils forment un bourrelet annulaire dans lequel le collet 3 forme un resserrement. Cet élargissement des tubes en bourrelet annulaire jusqu'à application étroite et étanche contre le profil interne du collet 3 est indiqué sur le dessin par des lignes brisées, tandis que les lignes planes montrent le tube avant son élargissement.

Lorsque le tube a atteint son état définitif, il comporte deux bourrelets annulaires 6a et 6b situés devant et derrière le collet 3 du fond tubulaire dans la direction de l'axe et reliés par un resserrement 6c qui épouse étroitement le contour intérieur du collet 3.

Un outil portant la référence 7 est utilisé pour réaliser cette liaison mécanique étroite et étanche entre les tubes 4 et le fond tubulaire 1. Cet outil se compose



essentiellement d'un manchon 8 de poussée, dont un prolongement 9 en piston pénètre dans l'extrémité du tube 4 et dont le diamètre extérieur correspond au diamètre intérieur de ce dernier. Le manchon 8 comporte un canal central 10 par lequel un tirant concentrique 11 pénètre dans le tube 4. Ce tirant 11 comporte à l'extrémité pénétrant dans le tube un épaulement 12 constitué d'un disque qui est aussi guidé avec faible jeu dans le tube 4. Cet épaulement comporte un prolongement conique 13 qui en facilite l'introduction dans l'extrémité du tube.

Une pièce annulaire 14 de déformation qui entoure le tirant 11 et qui est en matière déformable élastiquement, par exemple en caoutchouc ou en élastomère, est placée entre les surfaces tournées l'une vers l'autre du prolongement 9 en piston du manchon 8 de poussée et de l'épaulement 12 en disque du tirant 11.

Une traverse 15 représentée à l'extrémité supérieure du tirant 11 peut être éloignée du manchon 8 dans la direction des flèches 16 au moyen d'un dispositif de compression non représenté. La pièce 14 d'élargissement déformable élastiquement est alors comprimée entre les surfaces tournées l'une vers l'autre du prolongement 9 en piston et de l'épaulement 12 en disque, la matière déformable se dilatant radialement. Il en résulte l'élargissement en bourrelet annulaire du tube 4 dans la région de la pièce 14. La longueur convenablement calculée dans le sens axial du prolongement 9 en piston du manchon 8, du tirant 11 et de son épaulement 12 en disque, ainsi que de la pièce 14, déformable élastiquement, d'élargissement, permettent de faire en sorte que cet élargissement du tube 4 ait lieu exactement au niveau du collet poinçonné 3 du fond tubulaire 1. La longueur axiale de la pièce 14 est supérieure à celle du collet 3 de manière à produire la déformation du tube 4 illustrée en lignes brisées. L'élargissement est produit de manière que les bourrelets annulaires 6a et 6b qui se forment devant et derrière le collet aient un diamètre notablement plus grand que celui de la traversée 3 de ce dernier, afin que le

tube 4 soit fixé de façon fiable et étroite dans cette traversée 2. Il est ainsi certain que la zone resserrée 6c du tube 4 épouse sous précontrainte suffisamment élevée le contour interne du collet 3, et plus précisément, non seulement la zone cylindrique de ce dernier, mais aussi la partie à laquelle il prend naissance et qui forme une courbe de rayon déterminé. D'autre part, les bourrelets annulaires 6a et 6b du tube 4 empêchent ce dernier de se déplacer axialement dans la traversée 2 du fond tubulaire.

Lors du processus décrit d'élargissement, la formation du bourrelet supérieur 6b provoque un léger raccourcissement axial de l'extrémité du tube 4 qui ressort du fond tubulaire 1 et donc une certaine avance du manchon 8 de poussée qui est appliqué avec une certaine force contre cette extrémité du tube.

Il faut fixer plusieurs de ces tubes 4 dans des collets poinçonnés en nombre correspondant d'un fond tubulaire d'un échangeur de chaleur, notamment d'un refroidisseur d'eau ou d'huile de véhicule. Afin de permettre une fabrication rationnelle en série, les manchons 8 de poussée de tous les tubes ainsi que les traverses 15 de tous les tirants 11 peuvent être réunis en composants communs qu'un dispositif commun peut écarter simultanément. Ainsi, l'élargissement de tous les tubes fixés à un fond tubulaire 1 peut être exécuté en une seule passe et à l'aide d'un outil relativement simple.

La référence 17 désigne finalement un serre-flan qui applique le fond tubulaire contre des déflecteurs d'air non représentés, qui empêche les décalages axiaux et qui assure une planéité suffisante.

Il peut être avantageux, pour éventuellement simplifier le processus d'élargissement et améliorer l'ajustement serré des tubes au niveau des resserrlements 6c, de sur-refroidir les plages des tubes devant être élargies avant leur montage dans la cloison et avant le processus d'élargissement.

5 Lorsque les températures du fond tubulaire et des parties élargies du tube s'équilibrent à la fin du processus d'élargissement, il se produit une dilatation thermique complémentaire due à la différence préalable des températures. Il est possible alors éventuellement de réaliser l'élargissement mécanique de l'extrémité du tube avec une force moindre sans diminution de la résistance mécanique et de l'étanchéité du siège du tube dans le collet 3 du front tubulaire 1.

10 Il peut finalement être judicieux d'améliorer l'étanchéité produite uniquement au droit de la traversée 2 par application de l'enveloppe extérieure du tube contre le collet en déposant une pâte d'étanchéité sur la surface extérieure du tube et/ou sur la surface  
15 intérieure du collet. Ce dépôt peut en particulier être utile lorsqu'il faut assurer l'étanchéité au niveau des traversées vis-à-vis de liquides sous pression particulièrement élevée.

20 Le mode de réalisation représenté sur la figure 1 peut bien entendu subir diverses modifications. Par exemple, l'outil représenté d'élargissement comprenant un manchon de poussée se montant sur l'extrémité du tube et un tirant passant concentriquement dans ce dernier peut être remplacé par un mode de réalisation dans lequel  
25 la pièce cylindrique de déformation est comprimée entre deux pistons coulissant en sens inverses. L'un des pistons peut être introduit par une extrémité du tube et l'autre, par l'autre extrémité du tube, ces pistons étant ensuite soumis à une pression.

30 Sur la figure 2, la référence 21 désigne les tubes, la référence 22a désigne le fond tubulaire supérieur et la référence 22b désigne le fond tubulaire inférieur (cloisons) et la référence 24 désigne les déflecteurs d'air d'un échangeur de chaleur, par exemple d'un refroidisseur  
35 destiné à un véhicule. Les fonds tubulaires 22a et 22b comportent des collets poinçonnés 23 et les déflecteurs 24 comportent des collets correspondants 25.

Des flexibles 26 extensibles élastiquement sont placés dans les tubes 21, sur leur longueur totale, en vue de leur fixation dans les collets 23 et 25 des fonds tubulaires 22a et 22b et des déflecteurs 24.

5 Ces flexibles 26 sont obturés à leur extrémité inférieure par un bouchon 31 et sont reliés par des raccords 30 à un conduit 28 destiné à un fluide sous pression et posé de manière fixe dans une plaque 27 de distribution. Ce conduit 28 peut être relié par un raccord 29 à un  
10 groupe compresseur, par exemple une pompe, ou un réseau de fluide sous pression.

Les références 32 et 33 désignent des plaques supérieure et inférieure de support des différents composants lors du montage de l'échangeur de chaleur.  
15 La plaque supérieure 32 comporte des traversées 35 destinées aux flexibles extensibles 26, tandis que la plaque inférieure comporte des cavités 34 dont la répartition correspond à celle des tubes 21 dans l'échangeur de chaleur.

20 Lors du montage de l'échangeur de chaleur, les différents composants représentés par les tubes 21, les fonds tubulaires 22a et 22b et les déflecteurs 24 sont placés entre les plaques 32 et 33 de support. Ensuite, les flexibles extensibles 26 fixés aux raccords  
25 30 de la plaque distributrice 27 sont introduits dans les traversées 35 de la plaque supérieure de fixation et le conduit 28 est raccordé à un dispositif non représenté de production de pression, par exemple à une pompe ou à un réseau de fluide hydraulique ou pneumatique  
30 sous pression. Ainsi, les flexibles 26 extensibles élastiquement sont placés sous pression et se dilatent radialement en provoquant l'élargissement plastique des tubes 21 de métal léger qui sont en général en aluminium.

Cet élargissement est produit de manière que les  
35 tubes s'appliquent étroitement et de manière étanche contre les collets 23 des fonds tubulaires 22a et 22b. La fixation des tubes 21 aux traversées 25 des déflecteurs 24 s'effectue au cours de la même passe. Des guides 36

destinés aux tubes 21 et s'élargissant vers l'extérieur sont placés dans les cavités 34 du support inférieur 33 et dans les traversées 35 du support supérieur 32. L'élargissement de ces guides permet la formation de bourrelets annulaires 38 à l'extrémité des tubes, des lignes brisées indiquant ces élargissements sur le dessin. Les élargissements 38 en forme de bourrelets annulaires améliorent et resserrent l'application des tubes aux transitions arrondies 37 des fonds tubulaires 22a et 22b aux collets 23.

Lorsque la pression a été supprimée dans le conduit 28, les flexibles 26 peuvent être extraits des tubes 21 et la partie de l'échangeur de chaleur se composant des tubes fixés dans les fonds tubulaires peut être enlevée et dirigée sur le stade suivant de fabrication.

Dés essais exécutés à l'aide d'un dispositif de fixation de tubes selon l'invention ont montré qu'une pression d'environ 150 bars prélevée sur un circuit de fluide sous pression permet d'obtenir une fixation fiable et étanche des tubes dans les fonds tubulaires ainsi qu'une bonne retenue des déflecteurs 24 d'air sur ces tubes. Tous les tubes utilisés étaient en aluminium et avaient un diamètre de 8mm et une épaisseur de 0,5mm.

Lorsque par ailleurs la répartition et la disposition des tubes dans les échangeurs de chaleur sont les mêmes, il est possible aussi d'utiliser la même plaque distributrice 27 pour différents modes de réalisation des échangeurs à nombres différents de tubes. Il suffit de relier un nombre de raccords 30 correspondant à celui des tubes à des flexibles 26 à extrémité aveugle, les autres raccords restant obturés. La mise en oeuvre de flexibles extensibles élastiquement répartit la surpression lors du processus d'élargissement des tubes et apporte l'avantage qu'il est possible de supprimer toutes les opérations spéciales de raccordement et d'étanchéité et qu'il n'est plus nécessaire de tenir compte de la qualité de la surface interne des tubes.

La figure 3 représente une variante particulièrement avantageuse de réalisation de l'invention. Les mêmes composants portent les mêmes références que sur la figure 2. De plus, un tuyau 40 de transmission de pression est  
5 relié à une extrémité par un raccord 41 à une douille taraudée 42 de la plaque 27 de distribution. L'autre extrémité du tuyau 40 est obturée par un bouchon 44 constitué en guide cylindrique à pointe 45 légèrement conique. Le flexible 26 est placé sur le tuyau 40 à  
10 l'enveloppe extérieure duquel il est fixé aux deux extrémités, par exemple par vulcanisation. Le tuyau 40 raccordé au conduit 28 non représenté comporte dans sa partie médiane des trous 43 par lesquels il transmet la pression du fluide à l'intérieur du flexible 26.  
15 La référence 46 désigne finalement un boulon de fixation de la plaque 27 de distribution au support supérieur 32.

Le dispositif d'élargissement représenté sur la figure 3 a l'avantage essentiel que le tuyau interne, qui forme un appui pour le flexible extensible, améliore  
20 la stabilité et facilite la manipulation du dispositif et en particulier l'introduction des flexibles dans les tuyaux devant être élargis. De plus, les extrémités des flexibles sont fixées de manière très hermétique, car elles sont vulcanisées sur le tuyau 40 sur une longueur  
25 relativement grande qui correspond à celle sur laquelle les guides 34 et 35 sont placés dans les supports supérieur et inférieur 32 et 33.

Le dessin ne représente qu'un dispositif d'élargissement d'un tube. Bien entendu, les tuyaux 40 sur  
30 lesquels sont passés des flexibles sont raccordés à la plaque distributrice 27 à des distances qui correspondent à la distribution des tubes 21, de sorte que tous les tubes d'un échangeur de chaleur peuvent être fixés simultanément dans le fond tubulaire en une opération pouvant être  
35 entièrement mécanisée.

L'expérience a montré qu'il est particulièrement avantageux que la montée en pression à l'intérieur des flexibles extensibles introduits dans les tubes 21 soit brutale. Cette mise sous pression des flexibles à

montée rapide provoque une déformation par choc,  
également rapide, des tubes lors de leur élargissement.  
Les conditions avantageuses dans lesquelles le matériau des  
tubes flue améliore l'application des tubes contre les collets  
5 du fond tubulaire et leur donne une assise très fixe et  
étanche.

L'étanchéité de l'assise des tubes dans les collets  
du fond tubulaire peut encore être améliorée par un  
dépôt d'une matière d'étanchéité, par exemple celle connue  
10 sous la désignation "Fluid 307, Dispeal" de la Société  
ULTRASEAL.

Il va de soi que les procédés et dispositifs  
décrits et représentés peuvent subir diverses  
modifications sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDECATIONS

1. Procédé de fixation étanche d'un tube dans une traversée, entourée d'un collet poinçonné, d'une cloison, en particulier de fixation de tubes de métal léger dans un fond tubulaire d'un échangeur de chaleur balayé par un liquide, ledit procédé étant caractérisé en ce que le tube subit un élargissement dans la région du collet poinçonné de la cloison jusqu'à application directe et étroite de son enveloppe extérieure contre ce collet.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tube est élargi de manière qu'il atteigne un diamètre tel qu'il forme un bourrelet annulaire qui est resserré par le collet et dont le contour extérieur épouse le profil de ce dernier.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'une pièce déformable élastiquement et comprimée entre deux éléments de poussée guidés dans le tube provoque l'élargissement de ce dernier dans la région du collet de la cloison.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au moins les zones du tube devant être élargies subissent un sur-refroidissement avant leur mise en place dans la cloison et avant leur élargissement.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'une matière pâteuse d'étanchéité est déposée sur l'enveloppe intérieure du collet et, le cas échéant ou en variante, sur l'enveloppe extérieure du tube, dans la région du collet, avant l'élargissement.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les tubes mis en place dans la cloison sont soumis à une pression interne qui en provoque l'élargissement.
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que des flexibles extensibles élastiquement sont introduits dans les tubes et reçoivent une forte pression interne d'un conduit de transport de fluide sous pression auquel ils sont raccordés.



8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que les flexibles extensibles élastiquement sont introduits dans les tubes sur la longueur totale de ces derniers et les tubes subissent l'élargissement en une unique passe sur leur longueur totale jusqu'à application étroite contre les traversées qui les entourent.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que la pression interne à laquelle les tubes sont soumis monte brutalement.

10. Outil pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend deux éléments de poussée constituant des pistons guidés dans le tube, mobiles l'un vers l'autre et entre les surfaces tournées l'une vers l'autre desquels une pièce déformable élastiquement est placée.

11. Outil selon la revendication 10, caractérisé en ce que les éléments de poussée sont constitués d'un manchon se plaçant contre une extrémité du tube et comportant un prolongement guidé dans ce dernier et d'un tirant pénétrant dans le tube coaxialement au manchon et comportant à l'extrémité un épaulement en forme de disque, un dispositif de compression étant destiné à translater lesdits éléments l'un vers l'autre.

12. Outil selon la revendication 11, caractérisé en ce que la pièce déformable élastiquement est en forme d'anneau entourant le tirant et placée entre l'épaulement en forme de disque et le manchon.

13. Outil selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que l'élargissement simultané de tubes parallèles placés dans une cloison s'effectue au moyen d'éléments de poussée qui sont solidarisés et déplaçables les uns vers les autres au moyen d'un dispositif commun de compression.

14. Echangeur de chaleur réalisé d'après le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, ou 6 à 9, en particulier pour véhicules, et dans lequel des tubes de métal léger sont fixés dans des traversées

5 réalisées dans des fonds tubulaires et comportant un collet poinçonné, ledit échangeur de chaleur étant caractérisé en ce que les tubes comportent au niveau des collets poinçonnés des fonds tubulaires des élargissements en forme de bourrelets annulaires qui s'appliquent contre ces collets.

10 15. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que des flexibles extensibles élastiquement et dont le nombre correspond à celui des tubes montés dans la cloison sont introduits dans ces derniers et sont reliés à un conduit se raccordant à un dispositif de mise sous pression d'un fluide.

15 16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que ledit conduit est posé de manière fixe et comporte des raccords qui sont destinés aux flexibles extensibles élastiquement et qui sont placés à des distances qui correspondent à la disposition des tubes dans la cloison.

20 17. Dispositif selon l'une des revendications 15 et 16, caractérisé en ce que les flexibles extensibles élastiquement sont obturés par un bouchon à leur extrémité opposée à celle à laquelle ils sont raccordés audit conduit.

25 18. Dispositif selon l'une des revendications 15 et 16, caractérisé en ce que les flexibles extensibles élastiquement sont placés sur des tuyaux reliés audit conduit et leurs extrémités sont fixées à ces tuyaux dont l'extrémité libre est obturée et qui comportent  
30 dans leur partie médiane des trous par lesquels ils font passer dans les flexibles la pression qu'ils reçoivent dudit conduit.

35 19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que les tuyaux sont obturés à leur extrémité libre par un bouchon conformé en guide.

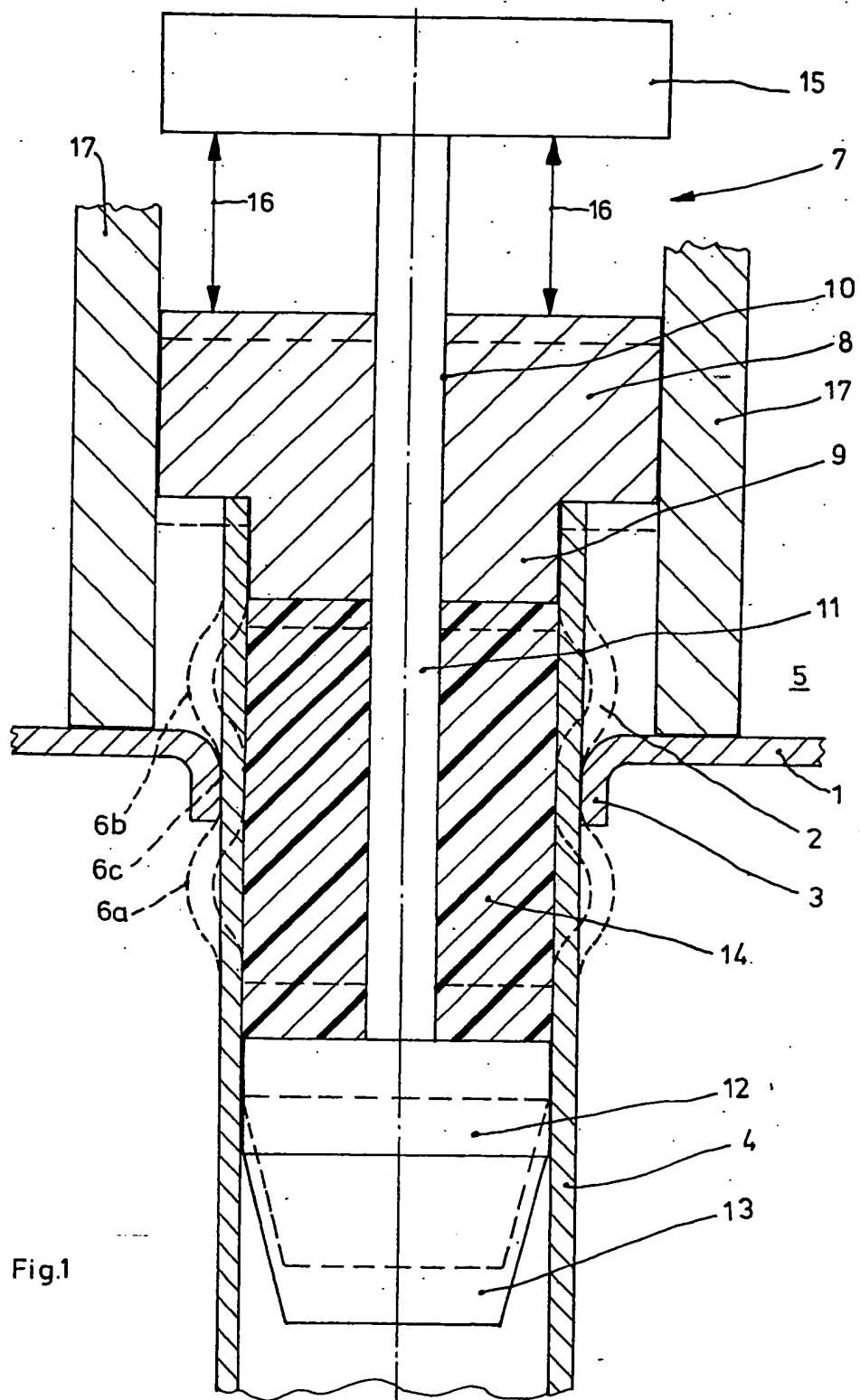


Fig.1

Fig.2

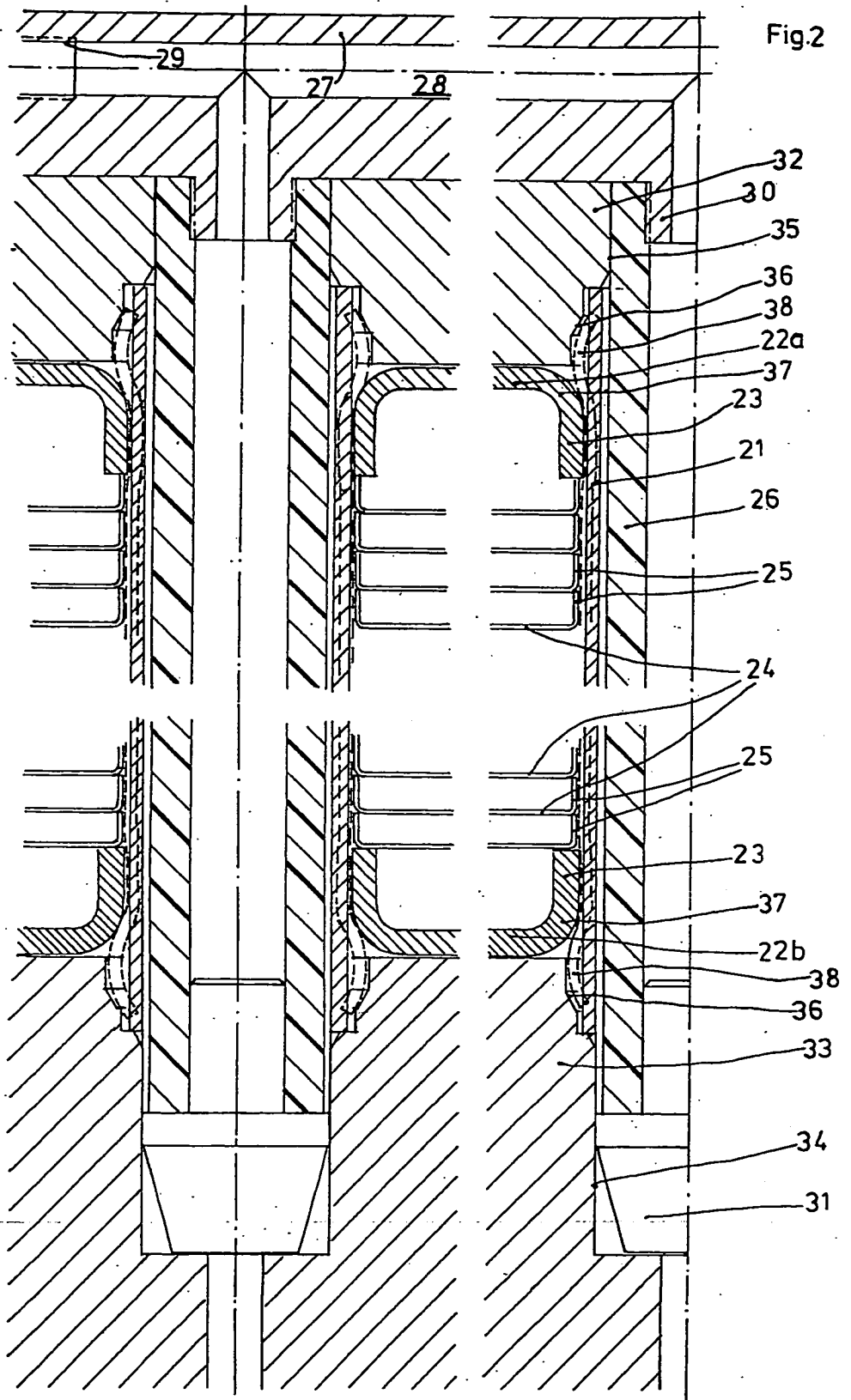


Fig.3

